

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-167900

(43)Date of publication of application : 22.06.2001

(51)Int.Cl.

H05H 1/46  
H01L 21/3065

(21)Application number : 11-349341

(71)Applicant : ROHM CO LTD

(22)Date of filing : 08.12.1999

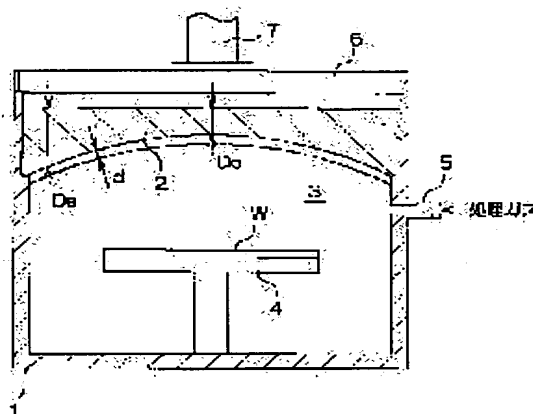
(72)Inventor : INO KAZUhide  
ARAKAWA TAKAHIRO  
KUMAMOTO NOBUHISA

## (54) PLASMA TREATMENT APPARATUS

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide plasma treatment apparatus for process uniformly a processed object.

**SOLUTION:** An dielectric member 2 provided a upper portion of a treatment chamber 1 has curved lower surface and thus the thickness  $D_e$  of periphery is made thicker than that  $D_c$  of central portion. A power amount of microwave used for plasma excitation at sidewalls of the treatment chamber 1 can be made larger than that of microwave used for plasma excitation at central portion. Further, sufficient electron density necessary for shielding of the microwave can be ensured even around sidewalls of the treatment chamber 1, and stable plasma of process gas can be uniformly generated in aspect of plasma excitation.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

07.05.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-167900

(P2001-167900A)

(43) 公開日 平成13年6月22日 (2001.6.22)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

データベース (参考)

H 0 5 H 1/46

H 0 5 H 1/46

B 5 F 0 0 4

H 0 1 L 21/3065

H 0 1 L 21/302

B

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平11-349341

(22) 出願日 平成11年12月8日 (1999.12.8)

(71) 出願人 000116024

ローム株式会社

京都府京都市右京区西院溝崎町21番地

(72) 発明者 伊野 和英

京都市右京区西院溝崎町21番地 ローム株式会社内

(72) 発明者 荒川 貴博

京都市右京区西院溝崎町21番地 ローム株式会社内

(74) 代理人 100087701

弁理士 稲岡 耕作 (外2名)

最終頁に続く

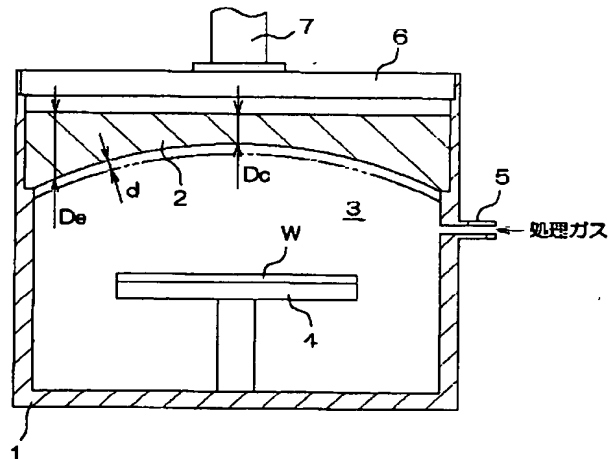
(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57) 【要約】

【課題】被処理物に均一なプラズマ処理を施すことができるプラズマ処理装置を提供する。

【解決手段】処理チャンバ1の上部に設けられた誘電体部材2は、その下面を上方に凹湾曲させることにより、周縁部の厚みD<sub>e</sub>が中央部の厚みD<sub>c</sub>よりも大きくされている。

【効果】処理チャンバ1の側壁付近でプラズマ励起のために消費されるマイクロ波電力量を、処理チャンバ1の中央部で消費されるマイクロ波電力量よりも大きくすることができる。これにより、処理チャンバ1の側壁付近においてもマイクロ波の遮蔽に十分な電子密度を確保することができ、プラズマ励起面において処理ガスの安定なプラズマを均一に発生させることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】被処理物および処理ガスが収容される処理空間にマイクロ波放射アンテナからマイクロ波を放射して、前記マイクロ波放射アンテナのマイクロ波放射面から所定距離だけ離れたプラズマ励起面でプラズマを励起し、その励起したプラズマを用いた処理を被処理物に施すプラズマ処理装置であって、

マイクロ波透過性を有する誘電体材料で形成され、前記マイクロ波放射アンテナのマイクロ波放射面に対向して配置されて、マイクロ波の波長を距離単位として表す前記マイクロ波放射面と前記プラズマ励起面との間隔を部分的に調整する間隔調整部材を含むことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項2】前記マイクロ波放射面と前記プラズマ励起面との間にはマイクロ波の定在波が形成され、このマイクロ波の定在波からエネルギーの供給を受けることにより、前記プラズマ励起面においてプラズマが励起されることを特徴とする請求項1記載のプラズマ処理装置。

【請求項3】前記間隔調整部材は、マイクロ波の波長を単位として表す前記マイクロ波放射面と前記プラズマ励起面との間隔を部分的に調整するために、部分的に厚みが異ならせてあることを特徴とする請求項1または2に記載のプラズマ処理装置。

【請求項4】前記間隔調整部材は、マイクロ波の波長を単位として表す前記マイクロ波放射面と前記プラズマ励起面との間隔を部分的に調整するために、部分的に誘電率が異ならせてあることを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項5】前記マイクロ波放射アンテナは、マイクロ波を放射するための多数のスロットがマイクロ波放射面に分布して形成されたラジアルラインスロットアンテナであることを特徴とする請求項1ないし4のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、たとえば半導体基板などの被処理物に、マイクロ波の放射により励起されたプラズマによる処理を施すプラズマ処理装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】半導体装置の製造工程においては、ウエハ表面の材質を変化させる表面改質処理や、ウエハ表面に絶縁膜などの薄膜を形成する成膜処理、ウエハ表面に形成された薄膜を微細パターンに加工するためのエッチング処理、レジスト除去に用いられるアッシング処理が行われる。このような表面改質処理や成膜処理、エッチング処理などのための装置として、RLSA (Radial Line Slot Antenna) プラズマ処理装置が注目されている。このRLSAプラズマ処理装置の構成例を図7に示す。

【0003】RLSAプラズマ処理装置は、上面が開放された処理チャンバ91と、この処理チャンバ91の上面を閉塞するように設けられた平板状の誘電体板92と、誘電体板92の上面に対向して設けられたラジアルラインスロットアンテナ93と、ラジアルラインスロットアンテナ93にマイクロ波を導入するためのマイクロ波導入管94と、誘電体板92の下方の処理空間95内において半導体ウエハWを載置して保持するためのウエハステージ96とを有している。処理チャンバ91の側面には、処理空間95内に処理ガスを導入するためのガス導入管97が接続されている。

【0004】たとえば、このRLSAプラズマ処理装置を用いて半導体ウエハWの表面にアッシング処理を施す際には、まず、半導体ウエハWが、その表面を上方に向けた状態でウエハステージ96上に載置される。次いで、図示しない排気機構によって処理空間95内がほぼ真空状態にされた後、この処理空間95内に、ガス導入管97から処理ガスとしてのアッシングガスが導入される。その後、処理空間95内に処理ガスが充満した状態で、マイクロ波導入管94からラジアルラインスロットアンテナ93にマイクロ波が導入される。

【0005】ラジアルラインスロットアンテナ93に導入されたマイクロ波は、ラジアルラインスロットアンテナ93の下面から誘電体板92に向けて放射され、誘電体板92を透過して処理空間95に放射される。この処理空間95に放射されるマイクロ波のエネルギーにより、処理空間95内に処理ガスのプラズマが発生する。こうして発生したプラズマ中の電子密度が誘電体板92を透過してくるマイクロ波を遮蔽できる密度（カットオフ密度）以上になると、マイクロ波は誘電体板92の下面から処理空間95内に一定距離（スキンドープ） $d$ だけ入るまでの間に反射され、このマイクロ波の反射面とラジアルラインスロットアンテナ93の下面との間にはマイクロ波の定在波が形成される。すると、上記マイクロ波の反射面がプラズマ励起面となって、このプラズマ励起面で安定なプラズマが励起されるようになる。半導体ウエハWの表面は、プラズマ励起面で励起された安定なプラズマによりアッシング処理される。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】ラジアルラインスロットアンテナ93は、下面全域に分布して形成された多数のスロットを有しており、これら多数のスロットを介して、マイクロ波導入管94から導入されたマイクロ波を放射するようになっている。したがって、このラジアルラインスロットアンテナ93を用いたRLSAプラズマ処理装置では、処理空間95内にマイクロ波をほぼ均一に放射することができるから、処理ガスのプラズマを均一に発生させることができ、これにより半導体ウエハWの表面に均一なプラズマ処理を施すことができるはずである。

【0007】ところが、このようなRLSAプラズマ処理装置であっても、半導体ウエハWの表面を均一にプラズマ処理できない場合がある。たとえば、処理空間95内の気圧が約40Pa以下に設定されている場合、処理チャンバ91の側壁付近では、プラズマ中の電子が拡散により失われ、これにより電子密度が低下してマイクロ波の遮蔽が不十分になる。そのため、マイクロ波の定在波が良好に形成されず、この部分で励起されるプラズマの密度が小さくなるおそれがある。その結果、半導体ウエハWの中央部と比較して、半導体ウエハWの周縁部に入射するイオン電流が小さくなり、半導体ウエハWの表面に対するプラズマ処理にむらを生じてしまう。

【0008】このような問題を解決するには、プラズマ励起面で生成されたプラズマが半導体ウエハWの表面に到達するまでに拡散して均一になるように、誘電体板92とウエハステージ96との間隔を大きく設定すればよいが、この手法では、装置サイズの大型化を招いてしまう。そのうえ、半導体ウエハWに入射するイオン電流が小さくなるために、処理速度が低下するといった問題も生じる。また、ラジアルラインスロットアンテナ93の下面に形成されているスロットを部分的に塞ぎ、ラジアルラインスロットアンテナ93から放射されるマイクロ波の強度分布を調整することにより、プラズマ励起面で生成されるプラズマの密度分布を均一化する手法も考えられる。しかしながら、この手法では、各スロットから放射されるマイクロ波の強度を微調整することができないため、プラズマの面内密度分布を精度良く均一化することは困難である。

【0009】そこで、この発明の目的は、上述の技術的課題を解決し、プラズマの面内密度分布を精度良く均一化することができ、これにより、被処理物に良好なプラズマ処理を施すことができるプラズマ処理装置を提供することである。

【0010】

【課題を解決するための手段および発明の効果】上記の目的を達成するための請求項1記載の発明は、被処理物および処理ガスが収容される処理空間にマイクロ波放射アンテナからマイクロ波を放射して、前記マイクロ波放射アンテナのマイクロ波放射面から所定距離だけ離れたプラズマ励起面でプラズマを励起し、その励起したプラズマを用いた処理を被処理物に施すプラズマ処理装置であって、マイクロ波透過性を有する誘電体材料で形成され、前記マイクロ波放射アンテナのマイクロ波放射面に対向して配置されて、マイクロ波の波長を距離単位として表す前記マイクロ波放射面と前記プラズマ励起面との間隔を部分的に調整する（すなわち、マイクロ波放射面内で領域ごとに間隔を異ならせる）間隔調整部材を含むことを特徴とするプラズマ処理装置である。

【0011】なお、請求項2に記載のように、前記マイクロ波放射面と前記プラズマ励起面との間にはマイクロ

波の定在波が形成され、このマイクロ波の定在波からエネルギーの供給を受けることにより、前記プラズマ励起面においてプラズマが励起されることが好ましい。マイクロ波の波長を距離単位として表すマイクロ波放射面とプラズマ励起面との間隔は、プラズマの励起に使用されるマイクロ波電力（エネルギー）の大きさに影響を与え、ひいては、プラズマ励起面で励起されるプラズマの密度に影響を与える。したがって、間隔調整部材を適切に設計して、マイクロ波放射面とプラズマ励起面との間隔を上手く設定すれば、プラズマ励起面において安定なプラズマを均一に発生させることができ、被処理物に均一なプラズマ処理を施すことができる。たとえば、プラズマが処理空間を形成するチャンバ側壁で消失されるような場合には、このチャンバ側壁付近でプラズマ励起のために消費されるマイクロ波電力が大きくなるように間隔調整部材を設計することにより、プラズマ励起面において均一なプラズマを発生させることができる。

【0012】しかも、プラズマ励起面においてプラズマが均一化されているので、プラズマ励起面と被処理物との間隔が小さくても、被処理物に均一なプラズマを入射させることができる。これにより、プラズマ励起面と被処理物との間隔を小さくすることができ、装置サイズの小型化を図ることができる。そのうえ、プラズマ励起面と被処理物との間隔が小さいと、プラズマ励起面と被処理物との間におけるプラズマの損失が少なくすむので、高密度なプラズマを被処理物に入射させることができ、消費電力を増大させることなく処理速度を上げることができる。これとは逆に、従来装置と同じ処理速度を達成するのであれば、処理空間に放射すべきマイクロ波のエネルギーを小さくできるから、装置のランニングコストの低減を図ることができる。

【0013】なお、マイクロ波の波長を距離単位として表す前記マイクロ波放射面と前記プラズマ励起面との部分的な間隔の調整は、前記間隔調整部材の厚みを部分的に異ならせることにより達成されてもよいし（請求項3）、前記間隔調整部材の誘電率を部分的に異ならせることにより達成されてもよい（請求項4）。誘電体中におけるマイクロ波の波長 $\lambda$ は、真空中におけるマイクロ波の波長を $\lambda_0$ とし、誘電体の比誘電率を $\epsilon_r$ とすると、

【0014】

【数1】

$$\lambda = \lambda_0 / \sqrt{\epsilon_r}$$

【0015】となる。したがって、誘電体の誘電率（比誘電率）が異なれば、誘電体中を透過するマイクロ波の波長が異なる。ゆえに、マイクロ波放射面とプラズマ励起面との間に介在された間隔調整部材の厚みが一律であっても、間隔調整部材の誘電率が異なる部分は、その他の部分とマイクロ波の波長を距離単位とする厚みが異なることになる。ゆえに、間隔調整部材の誘電率を部分的

に異ならせることにより、マイクロ波の波長を距離単位として表すマイクロ波放射面とプラズマ励起面との間隔を部分的に調整することができる。

【0016】また、請求項5に記載のように、前記マイクロ波放射アンテナは、マイクロ波を放射するための多数のスロットがマイクロ波放射面に分布して形成されたラジアルラインスロットアンテナであることが好ましい。

【0017】

【発明の実施の形態】以下では、この発明の実施の形態を、添付図面を参照して詳細に説明する。図1は、この発明の一実施形態に係るプラズマ窒化装置の構成を示す図解的な断面図である。プラズマ窒化装置は、被処理物としての半導体ウエハWの表面にプラズマ窒化処理を施して、半導体ウエハWの表面の材質を変化させるための装置であり、たとえば、半導体ウエハWがシリコンからなる場合に、この半導体ウエハWの表面を $\text{Si}_3\text{N}_4$ に改質して絶縁膜を形成する工程に用いられる。

【0018】このプラズマ窒化装置は、上面が開放された有底筒状の処理チャンバ1を有している。処理チャンバ1の上部には、処理チャンバ1の開放された上面を閉塞するように、たとえば石英、アルミナ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )または窒化アルミニウム( $\text{AlN}$ )などの誘電体からなる誘電体部材2が設けられていて、これにより、誘電体部材2の下方に密閉された処理空間3が形成されている。処理空間3内には、半導体ウエハWを載置して保持するためのウエハステージ4が配置されている。また、処理チャンバ1の側壁には、処理空間3内に処理ガスを導入するためのガス導入管5が接続されている。処理ガスとしては、たとえば、 $\text{Ar}/\text{NH}_3$ 、 $\text{Ar}/\text{N}_2$ または $\text{Ar}/\text{N}_2/\text{H}_2$ などを用いることができる。

【0019】誘電体部材2の上方には、ラジアルラインスロットアンテナ6が誘電体部材2の上面に対向して設けられている。ラジアルラインスロットアンテナ6は、内部にマイクロ波が伝搬可能な絶縁物のプレートに有する平板状アンテナであり、その上面には、図示しないマイクロ波発振器から発振されるマイクロ波を絶縁物プレートに導くための導波管7が接続されている。この導波管7としては、たとえば、同軸導波管を採用することができる。

【0020】また、ラジアルラインスロットアンテナ6の下面には、図2に示すように、多数のスロットペアPが同心円状に配列して形成されている。各スロットペアPは、互いに交差する向きを有する一対のスロットS1、S2からなり、これらのスロットS1、S2は、わずかに離間して略T字状をなしている。また、ラジアルラインスロットアンテナ6の下面の周縁部には、多数のスロットS3が、スロットペアPの形成されている領域を取り囲むように形成されている。

【0021】半導体ウエハWの表面に窒化処理を施す際

には、まず、半導体ウエハWが、その表面を上方に向けた状態でウエハステージ4上に載置される。次いで、図示しない排気機構によって処理空間3内の雰囲気は排気され、処理空間3内がほぼ真空状態にされた後、この処理空間3内にガス導入管5から処理ガスが導入される。その後、処理空間3内に処理ガスが充満した状態で、たとえば、図示しないマイクロ波発振器から周波数2.45GHzのマイクロ波が発振され、このマイクロ波がTEMモードで導波管7内を伝搬してラジアルラインスロットアンテナ6内に導入される。

【0022】ラジアルラインスロットアンテナ6内に導入されたマイクロ波は、ラジアルラインスロットアンテナ6内の絶縁物プレートを伝搬し、その途中でスロットS1、S2、S3から漏れて誘電体部材2に向けて放射され、さらに誘電体部材2を透過して処理空間3に放射される。この処理空間3に放射されるマイクロ波のエネルギーにより、処理空間3内に処理ガスのプラズマが発生する。こうして処理空間3内に発生したプラズマ中の電子密度がマイクロ波を遮蔽可能なカットオフ密度以上になると、誘電体部材2を透過してくるマイクロ波は、誘電体部材2の下面から処理空間3内に一定距離(スキンドープ) dだけ入るまでの間に反射される。これにより、そのマイクロ波の反射面とラジアルラインスロットアンテナ6の下面(マイクロ波放射面)との間の領域にマイクロ波の定在波が形成される。この後は、上記マイクロ波の反射面がプラズマ励起面となつて、このプラズマ励起面で安定なプラズマが励起されるようになる。また、マイクロ波定在波の有するエネルギーの大部分は、誘電体部材2の下面から処理空間3内に一定距離(スキンドープ) dだけ入るまでの間で、電子加熱を通じて消費されるようになる。

【0023】マイクロ波の波長を距離単位として表すラジアルラインスロットアンテナ6の下面(マイクロ波放射面)とプラズマ励起面との間隔は、プラズマの励起に使用されるマイクロ波電力の大きさに影響を与え、ひいては、プラズマ励起面で励起されるプラズマの密度に影響を与える。したがって、マイクロ波放射面とプラズマ励起面との間隔を上手く設定すれば、プラズマ励起面において安定なプラズマを均一に発生させることができ、ウエハステージ4に載置された半導体ウエハWの表面に均一なプラズマ窒化処理を施すことができる。

【0024】図3は、半導体ウエハWの表面上におけるイオン電流密度分布を示すグラフである。たとえば、「発明が解決しようとする課題」の項で述べたように、処理空間3内の気圧が約40Pa以下に設定されている場合、処理チャンバ1の側壁付近では、プラズマ中の電子が拡散により失われ、これにより電子密度が低下してマイクロ波の遮蔽が不十分になる。そのため、処理チャンバ1の側壁付近でマイクロ波の定在波が良好に形成されず、この部分で励起されるプラズマの密度が小さくな

ってしまう。その結果、図3に二点鎖線で示すように、半導体ウエハWの中央部と比較して、半導体ウエハWの周縁部に入射するイオン電流密度が小さくなり、半導体ウエハWの表面に対するプラズマ処理にむらが生じる。

【0025】そこで、この実施形態では、たとえば、図1に示すように、誘電体部材2の下面を上方に凹湾曲させて、誘電体部材2の周縁部の厚みD<sub>e</sub>を中央部の厚みD<sub>c</sub>よりも大きくしている。これにより、処理チャンバ1の側壁付近でプラズマ励起のために消費されるマイクロ波電力が大きくなり、この処理チャンバ1の側壁付近においてもプラズマを良好に発生させることができるから、マイクロ波の遮蔽に十分な電子密度を確保することができる。よって、プラズマ励起面において処理ガスの安定なプラズマを均一に発生させることができ、図3に実線で示すように、半導体ウエハWの表面上におけるイオン電流密度を均一にすることができる。

【0026】以上のようにこの実施形態によれば、誘電体部材2の厚みを部分的に異ならせて、マイクロ波放射面とプラズマ励起面との間隔を上手く設定することにより、プラズマ励起面において安定なプラズマを均一に発生させることができる。ゆえに、ウエハステージ4に載置された半導体ウエハWの表面に均一なプラズマ窒化処理を施すことができる。しかも、プラズマ励起面においてプラズマが均一化されているので、誘電体部材2とウエハステージ4との間隔が小さくても、ウエハステージ4上に載置された半導体ウエハWの表面上に均一なプラズマ（イオン電流）を入射させることができる。これにより、プラズマ励起面と半導体ウエハWとの間隔をたとえば3～4cmに設定することができ、プラズマ励起面と半導体ウエハWとの間隔が6～10cmに設定された従来装置と比較して、装置サイズを小型化することができる。しかも、誘電体部材2とウエハステージ4との間隔が小さいと、プラズマ励起面と半導体ウエハWの表面との間におけるプラズマの損失が少なくすむので、高密度なプラズマ（イオン電流）を半導体ウエハWの表面に入射させることができ、消費電力を増大させることなく処理速度を上げることができる。これとは逆に、従来装置と同じ処理速度を達成するのであれば、処理空間3に放射すべきマイクロ波のエネルギーを小さくできるから、装置のランニングコストの低減を図ることができる。

【0027】なお、この実施形態では、誘電体部材2の下面を上方に凹湾曲させることにより、誘電体部材2の周縁部の厚みD<sub>e</sub>を中央部の厚みD<sub>c</sub>よりも大きくしているが、たとえば、誘電体部材2の上面を下方に凹湾曲させることにより、誘電体部材2の周縁部の厚みD<sub>e</sub>を中央部の厚みD<sub>c</sub>よりも大きくしてもよい。この場合、誘電体部材2の下面が平面となり、この誘電体部材2の下面から一定距離（スキンプス）だけ離れたプラズマ励起面と半導体ウエハWの表面（処理対象面）との間の

距離が面内均一になるから、半導体ウエハWの表面上におけるプラズマ密度の均一性をより向上させることができる。

【0028】また、誘電体部材2は、必ずしも一体に形成されている必要はなく、複数の分割部分で構成されていてもよい。たとえば、図4に示すように、誘電体部材2を平板状の下分割部分21とこの下分割部分21上に設けられた上分割部分22とで構成し、上分割部分22の形状を変更することにより、誘電体部材2の厚みを部分的に異ならせるようにしてもよい。さらには、図5に示すように、誘電体部材2を平板状の下分割部分23とこの下分割部分23上に設けられた複数のリング状分割部分24、25とで構成し、リング状分割部分24、25の高さを互いに異ならせることにより、誘電体部材2の厚みを部分的に異ならせるようにしてもよい。

【0029】さらにまた、この実施形態においては、誘電体部材2の厚みを部分的に異ならせることにより、マイクロ波の波長を距離単位とするマイクロ波放射面とプラズマ励起面との間隔を調整しているが、誘電体部材2の誘電率を部分的に異ならせることにより、マイクロ波の波長を距離単位とするマイクロ波放射面とプラズマ励起面との間隔を調整するようにしてもよい。たとえば、図6に示すように、誘電体部材2を平板状の下分割部分26とこの下分割部分26上に設けられた同じ厚みを有するリング状分割部分27、28とで構成し、これらリング状分割部分27、28を誘電率の互いに異なる誘電体材料で構成することにより、マイクロ波の波長を距離単位とするマイクロ波放射面とプラズマ励起面との間隔を調整するようにしてもよい。

【0030】誘電体中におけるマイクロ波の波長λは、真空中におけるマイクロ波の波長をλ<sub>0</sub>とし、誘電体の比誘電率をε<sub>r</sub>とすると、

【0031】

【数2】

$$\lambda = \lambda_0 / \sqrt{\epsilon_r}$$

【0032】となる。したがって、誘電体の誘電率（比誘電率）が異なれば、誘電体中を透過するマイクロ波の波長が異なる。よって、リング状分割部分27、28の厚み（物理的距離）が同じであっても、リング状分割部分27、28を構成する誘電体材料の誘電率が異なれば、マイクロ波の波長を距離単位として表すリング状分割部分27、28の厚みは異なることになる。ゆえに、リング状分割部分27、28を誘電率の互いに異なる誘電体材料で構成することによっても、マイクロ波の波長を距離単位とするマイクロ波放射面とプラズマ励起面との間隔を調整することができる。

【0033】さらに、この発明は他の形態で実施することもできる。たとえば、図1、図4～図6に示す誘電体部材2の各構成は、処理チャンバ1の側壁付近における

マイクロ波の強度を増大させることによってプラズマの均一化を達成する構成であり、たとえば、平板状の誘電体板を用いたときに処理チャンバ1の中央部のプラズマ密度が小さくなるような場合には、処理チャンバ1の中央部におけるマイクロ波の強度が増大するように誘電体部材2の構成を変更すればよい。この場合、処理チャンバ1の中央部で消費されるマイクロ波電力を増大させるために、たとえば、誘電体部材2の下面を下方に凸湾曲させて、誘電体部材2の中央部の厚み $D_c$ が周縁部の厚み $D_e$ よりも大きくなるようにしてもよい。

【0034】また、上述の実施形態では、プラズマ窒化装置を例にとって説明したが、このプラズマ窒化装置に限定されず、たとえばプラズマCVD (Chemical Vapor Deposition) 装置やプラズマアッシング装置、プラズマエッチング装置、プラズマ酸化装置など、被処理物にプラズマによる処理を施す装置に広く本発明を適用することができる。なお、この発明がプラズマCVD装置に適用される場合には、処理ガスとして、たとえば $Ar/SiH_4$ や $TEOS/O_2$ などを用いることができる。また、この発明がプラズマアッシング装置に適用される場合には、処理ガスとして、たとえば $O_2$ 、 $Ar/O_2$ または $Kr/O_2$ などを用いることができる。さらに、この発明がプラズマエッチング装置に適用される場合には、処理ガス（エッチングガス）として、たとえば $Cl_2$ や $HBr$ などを用いることができる。さらにまた、この発明がプラズマ酸化装置に適用される場合には、処理ガスとして、たとえば $Kr/O_2$ や $Ar/O_2$ などを用いることができる。

【0035】その他、特許請求の範囲に記載された事項の範囲で種々の変更を施すことが可能である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施形態に係るプラズマ窒化装置の構成を示す図解的な断面図である。

【図2】ラジアルラインスロットアンテナの下面を示す図である。

【図3】半導体ウエハの表面上におけるイオン電流密度分布を示すグラフである。

【図4】誘電体部材の変形例について説明するための断面図である。

【図5】誘電体部材の他の変形例について説明するための断面図である。

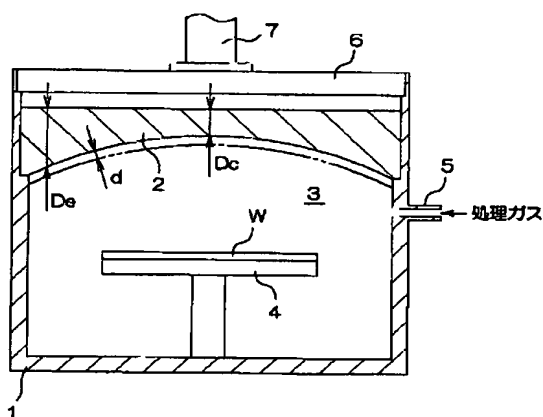
【図6】誘電体部材のさらに他の変形例について説明するための断面図である。

【図7】従来のRLSAプラズマ処理装置の構成を示す図解的な断面図である。

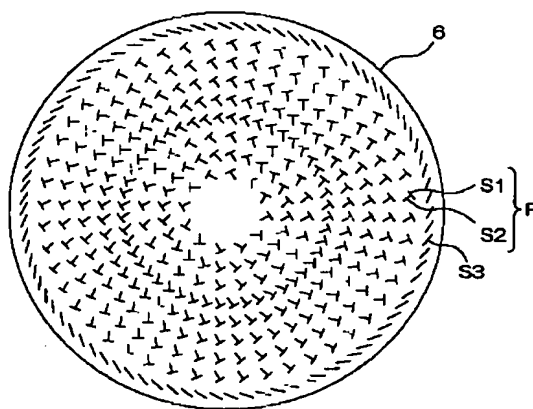
#### 【符号の説明】

- 1 処理チャンバ
- 2 誘電体部材（間隔調整部材）
- 3 処理空間
- 4 ウエハステージ
- 5 ガス導入管
- 6 ラジアルラインスロットアンテナ（マイクロ波放射アンテナ）
- 7 導波管
- W 半導体ウエハ（被処理物）

【図1】

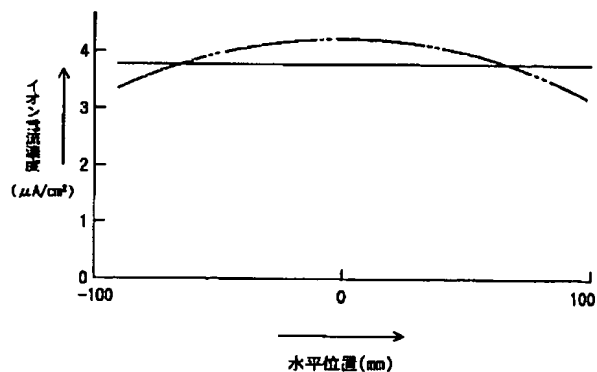


【図2】

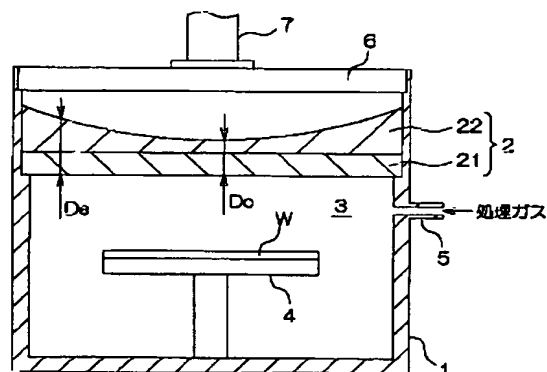




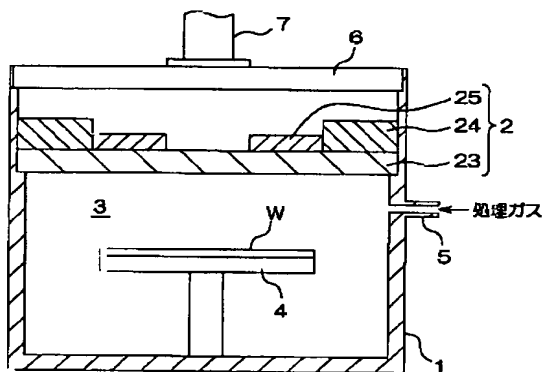
【図3】



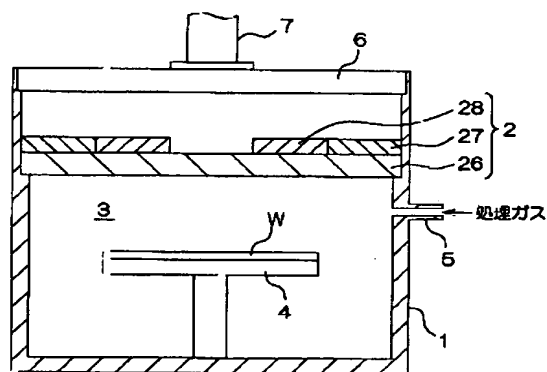
【図4】



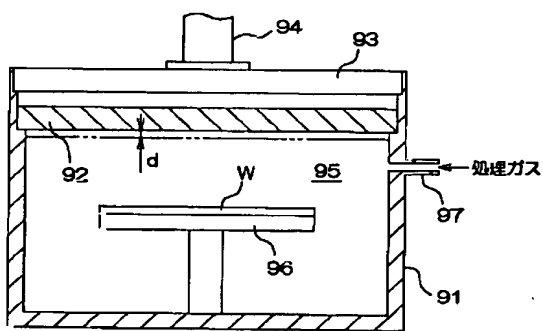
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 熊本 信久  
京都市右京区西院溝崎町21番地 ローム株  
式会社内

F ターム(参考) 5F004 AA01 BA06 BB14 BB18 BD01  
BD04 BD07 DA00 DA04 DA23  
DA24 DA25 DA26